

## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2003-019805

(43)Date of publication of application : 21.01.2003

(51)Int.Cl.

B41J 2/16  
H01L 41/083  
H01L 41/22

(21)Application number : 2002-132419

(71)Applicant : RICOH CO LTD

(22)Date of filing : 02.12.1994

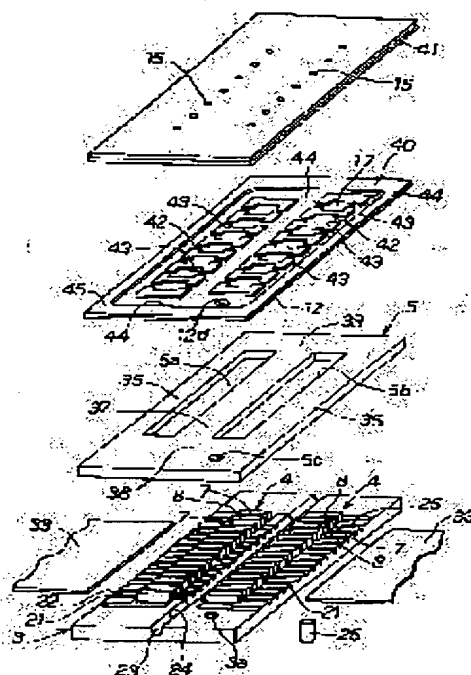
(72)Inventor : UMEZAWA MICHIO  
MAKITA HIDEYUKI  
SASAKI TSUTOMU  
IWASE MASAYUKI

## (54) INK JET HEAD AND ITS MANUFACTURING METHOD

## (57)Abstract:

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To solve a problem that it is difficult to ensure discrete electrodes and a common electrode when they are formed by making slits in a multilayer piezoelectric element.

**SOLUTION:** Discrete electrodes 22, 22,... are formed on an insulating substrate 3 while being divided by slit grooves 21 connecting a drive section piezoelectric element 7 and a fixed section piezoelectric element 8 on the side of end faces not facing each other. A common groove 23 deeper than the slit groove is made between respective piezoelectric element arrays 4 and 4 in the direction perpendicular to the slit grooves 21. A common electrode 24 for connecting individual drive section piezoelectric elements 7 and fixed section piezoelectric elements 8 on the side of end faces facing each other is formed in the common groove 23.



(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号  
特開2003-19805  
(P2003-19805A)

(43) 公開日 平成15年1月21日 (2003.1.21)

(51) Int.Cl. <sup>7</sup>	識別記号	F I	テームコード* (参考)
B 4 1 J 2/16		B 4 1 J 3/04	1 0 3 H 2 C 0 5 7
H 0 1 L 41/083		H 0 1 L 41/22	Z
41/22		41/08	S

審査請求 有 請求項の数 2 O L (全 10 頁)

(21) 出願番号 特願2002-132419(P2002-132419)  
(62) 分割の表示 特願平6-299842の分割  
(22) 出願日 平成6年12月2日(1994.12.2)

(71) 出願人 000006747  
株式会社リコー  
東京都大田区中馬込1丁目3番6号  
(72) 発明者 梅沢 道夫  
東京都大田区中馬込1丁目3番6号 株式  
会社リコー内  
(72) 発明者 牧田 秀行  
東京都大田区中馬込1丁目3番6号 株式  
会社リコー内  
(74) 代理人 230100631  
弁護士 稲元 富保

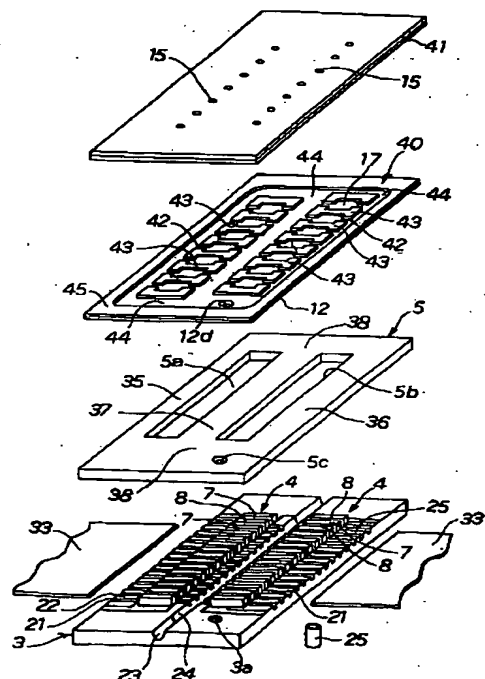
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 インクジェットヘッド及びその製造方法

(57) 【要約】

【課題】 積層型圧電素子にスリット加工を施して形成する場合の個別電極、共通電極の確保が難しい。

【解決手段】 絶縁性基板3上に駆動部圧電素子7及び固定部圧電素子8の対向しない端面側を接続するスリット溝21で分割された個別電極22、22…が形成されていると共に、各圧電素子列4、4間で前記スリット溝21と直交する方向に、スリット溝21よりも深い共通溝23が形成され、共通溝23には個々の駆動部圧電素子7及び固定部圧電素子8の対向する端面側を接続する共通電極24が形成されている



## 【特許請求の範囲】

【請求項 1】 絶縁性基板上に電極用パターンを形成したインクジェットヘッドの製造方法において、前記絶縁性基板上に個別電極用のスリット加工で形成される溝よりも深い共通溝を形成し、その後前記絶縁性基板上に電極用パターンを形成することを特徴とするインクジェットヘッドの製造方法。

【請求項 2】 絶縁性基板上に電極用パターンを形成したインクジェットヘッドにおいて、前記絶縁性基板上にスリット加工で分割された積層型圧電素子及び個別電極を有するとともに、前記スリット加工で形成された溝よりも深い共通溝を有していることを特徴とするインクジェットヘッド。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【産業上の利用分野】本発明は、インクジェットヘッド及びその製造方法に関し、特にオンデマンド型インクジェットヘッド及びその製造方法に関する。

## 【0002】

【従来の技術】インクジェット記録方式は、ヘッドを記録紙上に接触することなく記録することができると共に、記録プロセスが非常に単純であることやカラー記録にも適することなどから注目されている。従前、このインクジェット記録方式として種々の方式が提案されているが、現在では、記録信号が入力されたときのみインクを吐出する所謂ドロップオンデマンド（DOD）方式が主流になっている。そして、DOD方式の中には、熱エネルギーによってインク中に発生するバブルを利用する所謂サーマル方式（特公昭61-59913号等）と圧電素子を用いるピエゾアクチュエータ方式（特公昭60-8953号公報等）がある。

【0003】後者のピエゾアクチュエータ方式として、例えば特開平3-10846号公報に記載されているように、加圧液室を構成する壁面を変形可能な構造として、この変形可能な壁面の外側に圧電素子を設け、この圧電素子を用いて加圧液室の壁面を変形させてその内容積を変化させることで、インクに圧力を与えて液滴化してノズルから飛翔させる方式がある。そして、このピエゾアクチュエータ方式では、圧電素子前面のノズル領域あるいは加圧液室のパルス的な圧力上昇が必要であり、圧電素子に印加される電圧波形は数 $\mu\text{sec}$ ～数10 $\mu\text{sec}$ の立ち上がり時間に設定され、インクの補給は圧電素子の変位を元に戻すことによって行われる。

## 【0004】

【発明が解決しようとする課題】上述した従来の加圧液室を設けて圧電素子でその加圧液室の変形可能な壁面を変形させるピエゾアクチュエータ方式のインクジェットヘッドにあつては、圧電素子がインクに直接接触せず、さらに、圧電素子の発熱も無視できるため、使用するインク種類の制約がないという利点がある。

【0005】しかしながら、特に積層型圧電素子を用いて複数の圧電素子を微細な機械的切断加工（スリット加工）で形成する場合、各圧電素子に個別的に接続する個別電極の取出しが複雑になるとともに、複数の圧電素子に共通に接続する共通電極の確保が難しく、共通電極を形成するために機械的切断加工によって形成された個々の圧電素子を後工程で破壊ないし損傷することがあり、工程が複雑で歩留まりも悪いという課題がある。

【0006】本発明は、上記の点に鑑みてなされたものであり、スリット加工前に共通電極を確保して、工程の簡略化、歩留まりの向上を図ったインクジェットヘッド及びその製造方法を提供することを目的とする。

## 【0007】

【課題を解決するための手段】上記の課題を解決するため、本発明に係るインクジェットヘッドの製造方法は、絶縁性基板上に電極用パターンを形成したインクジェットヘッドの製造方法において、絶縁性基板上に個別電極用のスリット加工で形成される溝よりも深い共通溝を形成し、その後絶縁性基板上に電極用パターンを形成するものである。

【0008】本発明に係るインクジェットヘッドは、絶縁性基板上に電極用パターンを形成したインクジェットヘッドにおいて、絶縁性基板上にスリット加工で分割された積層型圧電素子及び個別電極を有するとともに、スリット加工で形成された溝よりも深い共通溝を有しているものである。

## 【0009】

【発明の実施の形態】以下、本発明の実施例を添付図面を参照して説明する。図1は本発明の一実施例を示すインクジェットヘッドの外観斜視図、図2は図1の分解斜視図、図3は図1のA-A線に沿う断面図、図4は図1のB-B線に沿う断面図である。

【0010】このインクジェットヘッドは、アクチュエータユニット1と、このアクチュエータユニット1上に接合された液室ユニット2とからなる。アクチュエータユニット1は、基板3上に複数の積層型圧電素子を列状に配置（列設）してなる2列の圧電素子列4、4及びこれら2列の圧電素子列4、4の周囲を取り囲むフレーム部材5を接着剤6によって接合している。圧電素子列4は、インクを液滴化して飛翔させるための駆動パルスが与えられる複数の圧電素子（これを「駆動部圧電素子」という。）7、7…と、駆動部圧電素子7、7間に位置し、駆動パルスが与えられずに単に液室ユニット固定部材となる複数の圧電素子（これを「固定部圧電素子」という。）8、8…とを交互に配列したバイピッチ構造としている。

【0011】液室ユニット2は、変形部であるダイアフラム部11を形成した振動板12上に、加圧液室、共通インク流路等を形成する感光性樹脂フィルム（ドライフィルムレジスト）からなる液室流路形成部材13を接着

し、この液室流路形成部材13上に複数のノズル15を形成したノズルプレート16を接着してなり、これら振動板12、液室流路形成部材13及びノズルプレート16によって、圧電素子列4の各駆動部圧電素子7、7…に対向するダイヤフラム部11を有するそれぞれ略独立した複数の加圧液室17を形成し、かつノズル15、15…を圧電素子列4の各駆動部圧電素子7、7…に対向して配列している。そして、この液室ユニット2はその振動板12が接着剤18によってアクチュエータユニット1上に高い剛性で接合されている。

【0012】ここで、アクチュエータユニット1の基板3は、厚さ0.5～5mm程度で、しかも圧電素子に似た材質のものからなり、圧電素子と共に例えばダイヤモンド砥石による切削が可能なのであることが好ましい。

【0013】この基板3上の圧電素子の列設方向と直交する方向の両端部には各圧電素子列4、4の個々の駆動部圧電素子7及び固定部圧電素子8の対向しない端面側を接続するスリット溝21で分割された電極パターンである個別電極22、22…が形成されていると共に、各圧電素子列4、4間で前記スリット溝21と直交する方向（圧電素子の列設方向）に、このスリット溝21よりも深い共通溝23が形成され、この共通溝23には各圧電素子列4、4の個々の駆動部圧電素子7及び固定部圧電素子8の対向する端面側を接続する共通電極24が形成されている。また、この基板3の端部に形成したインク供給孔3aにはインク供給パイプ25が接続される。

【0014】圧電素子列4を構成する駆動部圧電素子7及び固定部圧電素子8としては、10層以上の積層型圧電素子を用いている。この積層型圧電素子は、例えば図3に示すように、厚さ20～50 $\mu\text{m}$ /1層のPZT（ $\text{Pb}(\text{Zr}\cdot\text{Ti})\text{O}_3$ ）26と、厚さ数 $\mu\text{m}$ /1層の銀・パラジウム（ $\text{AgPd}$ ）からなる内部電極27とを交互に積層したものである。厚さ20～50 $\mu\text{m}$ /1層の積層型とすることによって駆動電圧の低電圧化を図れ、例えば20～50Vのパルス電圧で圧電素子の電界強度1000V/mmを得ることができる。なお、圧電素子として用いる材料は上記に限られるものでなく、一般に圧電素子材料として用いられる $\text{BaTiO}_3$ 、 $\text{PbTiO}_3$ 、 $(\text{NaK})\text{NbO}_3$ 等の強誘電体などを用いることもできる。

【0015】そして、各圧電素子列4の駆動部圧電素子7の両端面には多数の内部電極27、27を1層おきに交互接続した $\text{AgPd}$ からなる端面電極（外部電極）28、29を設け、各圧電素子列4、4の各駆動部圧電素子7の対向する端面側の端面電極28、28…を基板3上の共通電極24に導電性材料31を介して接続し、各圧電素子列4、4の各駆動部圧電素子7の対向しない端面側の端面電極29、29…を基板3上の個別電極22、22…に導電性材料32を介して接続している。各個別電極22、22…及び共通電極24にはFPCケー

ブル33が接続されて、駆動電圧を与えられることによって積層方向に電界が発生して、駆動部圧電素子7には積層方向の伸びの変位が生起される。なお、固定部圧電素子8についても製造工程上駆動部圧電素子7と同様に電極が設けられているが、駆動パルス印加しない構成（駆動部圧電素子7のみを選択的に駆動する構成）になっている。

【0016】フレーム部材5は、図2に示すように、板状部材に圧電素子列4、4に対応する透孔部5a、5bを穿設することによって、圧電素子列4、4の各駆動部圧電素子7、7…の列設方向と直交する方向の一方側に固定部35、36を形成すると共に、2つの圧電素子列4、4の他方側である中央部にも固定部37を形成し、これらの固定部35～37の圧電素子列4、4の各駆動部圧電素子7、7…の列設方向の両端部に架橋部38、38を形成した枠状部材である。なお、フレーム部材5の一方の架橋部38には基板3のインク供給孔3aに対応するインク供給孔5cが形成されている。

【0017】フレーム部材5の材料としては、寸法安定性に優れ、ヘッドの使用環境が数10度の範囲で振られても、画像品質に影響を与えないものが好ましく、例えば、樹脂、セラミックス、金属等を用いることができるが、特に駆動部圧電素子7や基板3に用いるものと同様なセラミックスが好ましい。なお、フレーム部材5に樹脂を用いる場合には、熱膨張係数を低減する充填剤が混入された樹脂、例えば、ポリフェニレンサルファイド、ポリエーテルサルフォン、ポリイミド等のエンジニアプラスチック系の樹脂に、チタン、アルミナ、ガラスフィラー、カーボン、シリカ等の充填剤を混入したものが好ましい。このように、熱膨張係数を低減する充填剤が混入された樹脂を用いることで、熱膨張係数を圧電素子列4の駆動部圧電素子7、液室固定部材である固定部圧電素子8と同等まで近づけることができ、しかも部品コストの低減を図れる。

【0018】また、フレーム部材5の形状は上記のものに限らず、2列の圧電素子列4、4間の中央の固定部37を取り除いた四角形状の枠体形状、逆に両側の固定部36、36を除いて中央部37のみにした1本のプレートを用いることもできる。更に、基板3の四隅に円柱形（形状はこれに限らない。）の柱状部材を取付けたものでもよい。

【0019】次に、液室ユニット2の振動板12は、図3に示すように下側液室流路形成部材13側は平坦面とし、圧電素子列4側はそれぞれ厚みの異なるダイヤフラム領域12a、接合領域12b及び逃げ領域12cを形成して、圧電素子列4の駆動部圧電素子7、7…に対応してダイヤフラム部11を形成したものである。この振動板12はNi（ニッケル）の金属プレートからなり、エレクトロフォーミング法によって製造している。

【0020】ここで、ダイヤフラム領域12aは、最も

10

20

30

40

50

厚みの薄い領域であって、厚さを3〜10 $\mu$ m程度にしたダイアフラム部11のダイアフラム領域(駆動部圧電素子7の変位に応じて変形する弾性部分)である。ダイアフラム領域12aの厚さを10 $\mu$ m以下にすることで、駆動部圧電素子7の変位を効率的に加圧液室17に伝搬することができる。また、接合領域12bは、最も厚みの厚い領域であり、圧電素子列4の駆動部圧電素子7及び固定部圧電素子8並びに第2液室固定部材であるフレーム5との接合領域であって、例えば20 $\mu$ m程度以上の厚さに形成している。更に、逃げ領域12cは、中間の厚さの領域であって、駆動部圧電素子7との接触を避けるための逃げ領域である。なお、振動板12にもインク供給孔12dを形成している。

【0021】液室流路形成部材13は、振動板12上面とノズルプレート16との間に位置して加圧液室17の流路等を形成するものであり、その製造工程から下側液室流路形成部材40及び上側液室流路形成部材41で構成している。

【0022】下側液室流路形成部材40は、振動板12上面に接着された感光性樹脂フィルムからなり、図2に示すように上側液室流路形成部材41と相俟って圧電素子列4の各駆動部圧電素子7、7…に対応して各々独立した加圧液室17の流路を形成すると共に、各加圧液室17へのインク供給路を兼ねた流体抵抗部42を形成する多数の内側隔壁部43と、加圧液室17、17…の周囲に共通インク流路44を形成する外周隔壁部45とからなる。なお、内側隔壁部43は圧電素子列4、4が2列形成されていることに対応して2列形成され、各列の間も共通インク流路44としている。ここで、共通インク流路44は、フレーム部材5の各固定部35〜37の上面に対応する位置に配置されるように形成している。上側液室流路形成部材41は、下側液室流路形成部材40と略同様の構成であるが、下側液室流路形成部材40の流体抵抗部42に相当する部分がない点で異なる。

【0023】ノズルプレート16にはインク滴を飛翔させるための微細孔である多数のノズル15が形成されており、このノズル15の径はインク滴出口側の直径で35 $\mu$ m以下に形成し、かつノズル15は加圧液室17の中心近傍に対応する位置に設けている。このノズルプレート16も振動板12と同様にNi(ニッケル)の金属プレートからなり、エレクトロフォーミング法によって製造している。

【0024】次に、このインクジェットヘッドの製造工程について説明する。このインクジェットヘッドは、予めアクチュエータユニット1と液室ユニット2とを別々に組付けた後、両ユニット1、2を接着接合して製造している。このような製造工程を採用することによって、両ユニット1、2の良品同士を選んで組み付けることができて歩留りが向上すると共に、加工組付け工程で塵埃が発生しやすいアクチュエータユニット1と、塵埃の付

着を完全に避けたい液室ユニット2とを別々の工程で組付けることができるので、完成したインクジェットヘッドの品質自体が向上する。以下、具体的に説明する。

【0025】先ず、アクチュエータユニット1の加工及び組付け工程は、次のとおりである。すなわち、図2、図5及び図6に示すように、セラミックス、高剛性の樹脂等の電気絶縁材料から形成した基板3に予めインク供給孔3aを形成すると共に、積層型圧電素子の列設方向に沿って中央部に共通溝23を形成する。この共通溝23は、後述する圧電素子プレート等のスリット加工時の切込み溝であるスリット溝21よりも深く形成する。また、共通溝23の両端部付近に位置決め用穴3b、3cを形成している。

【0026】そして、この基板3の両側部分に個別電極22を形成するための導電性材料からなる個別電極用パターン51、52を形成すると共に、共通溝23内及びその近傍並びに個別電極用パターン51、52を迂回して基板3の両端部に臨むように導電性材料からなる共通電極用パターン53を形成し、個別電極用パターン51と共通電極用パターン53との間及び個別電極用パターン52と共通電極用パターン53との間を圧電素子接合領域54、55としている。これらの各電極パターン51〜53は、例えばNi、Au、Cu等の金属蒸着、又は同種金属の電解、無電界メッキ、あるいはAgPd、AgPt、Auペースト等の厚膜導体ペーストの印刷等の方法によって形成して基板3表面に密着させている。

【0027】なお、共通電極は、後述する圧電素子プレート及び個別電極用パターン51、52の切断加工後に別途導電性ペースト等で形成することもできるので、このようにした場合には基板3の共通溝23及び共通電極用パターン53が不要になり、最低限必要な電極パターンは個別電極用パターン51、52である。

【0028】そして、図7に示すように基板3上の前記圧電素子接合領域54、55に積層型圧電素子をプレート状(板状に限らず、四角柱状等の形状を含む意味で用いる。)に形成してなる圧電素子プレート56、56を接着剤6(図3参照)を用いて接着接合する。このとき、圧電素子プレート56、56と個別電極用パターン51、52及び共通電極用パターン53との位置関係は、圧電素子プレート56、56が個別電極用パターン51、52及び共通電極用パターン53に僅かに載る程度か、好ましくは僅かに隙間をあけて接合するようにする。この場合、圧電素子プレート56、56が個別電極用パターン51、52及び共通電極用パターン53上に多く(広い面積で)載るように接合すると、電極用パターン51〜53の厚みや誤差が圧電素子プレート56ひいては切断加工後の圧電素子7、8の接合品質、すなわち接合の均一性や接合後の面平行精度に影響を与えることになって好ましくない。

【0029】また、圧電素子プレート56の積層方向は

前述したように基板3に圧電素子プレート56を接合した方向と同じである(図2~図4参照)。この圧電素子プレート56の基板3への接合に用いる接着剤6としては加熱硬化タイプのエポキシ系接着剤を使用しているが、中でも高ヤング率のものが適している。接着剤の形態としては、1液タイプ、2液混合タイプ、フィルムタイプ等のいずれでも使用可能である。

【0030】そして、これらの圧電素子プレート56、56の長辺部端面には予め前記端面電極(外部電極)28、29を形成するための端面電極57、58を形成しておき、基板3上への接着接合後、これらの2枚の圧電素子プレート56、56の対向する側の端面電極57、57を基板3上の共通電極用パターン53に導電性材料31にて電気的に接続すると共に、2枚の圧電素子プレート56、56の対向しない端面電極58、58を基板3上の各個別電極用パターン51、51に導電性材料32にて電気的に接続する。導電性材料31、32としては例えば導電性接着剤を用いてこれを塗布硬化させる。

【0031】次いで、ダイヤモンド砥石をセットしたダイサ等によって、2枚の圧電素子プレート56、56及び基板3の表面部を、その端面電極57、58と直交する方向(短辺方向)に所定のピッチで切断加工(スリット加工)して、駆動部圧電素子7及び固定部圧電素子8となる複数の積層型圧電素子を分割形成すると同時に、端面電極57、58を複数の積層型圧電素子(駆動部圧電素子7及び固定部圧電素子8)に対応する端面電極28、29に分割する。このとき、基板3に所定の深さまで切込んでスリット溝21を入れて切断することによって、駆動部圧電素子7及び固定部圧電素子8を完全に独立させると共に、基板3上の個別電極用パターン57、58を複数の積層型圧電素子(駆動部圧電素子7及び固定部圧電素子8)に対応する個別電極22、22…に分割する。この分割した個別電極22、22…は分割された複数の積層型圧電素子(駆動部圧電素子7及び固定部圧電素子8)の対向しない端面側の端面電極29、29…と接続されたままである。なお、スリットピッチ即ち切断ピッチ(圧電素子プレート56の長手方向のピッチ)は、例えば1ピッチ当たり100 $\mu$ m程度の幅の圧電素子7、8が形成されるピッチとしている。

【0032】また、基板3上の共通電極用パターン53はその一部が個々の駆動部圧電素子7(及び固定部圧電素子8)に対応して分割されるが、基板3の共通溝23にまでスリット溝21が達しないので、スリット加工後も共通電極用パターン53は共通溝23を通じて2列の圧電素子列4、4の各駆動部圧電素子7の対向する端面側のすべての端面電極28、28…と接続されたままである。これにより、簡単に2列の圧電素子列4、4の対向する端面電極28、28…に接続された共通電極24を確保することができる。

【0033】このように、ここでは、基板3上に予め個

別電極用パターン51、52を形成すると共に、接合される各圧電素子プレート間に予めスリット加工時に分割されない深さの共通溝23を形成し、この共通溝23に含めて共通電極用パターン53を形成しておき、この基板3上にそれぞれ両端面に端面電極57、58を形成した2枚の圧電素子プレート56、56を並列に独立して接合した後、これら2枚の圧電素子プレート56、56及び基板3上の個別電極用パターン51、52を所定のピッチで同時に切断加工して、2枚の圧電素子プレート56、56をそれぞれ各圧電素子列4、4を構成する複数の積層型圧電素子に分離して個別化すると同時に、基板3上の個別電極用パターン51、52を個別化された各積層型圧電素子に対応する個別電極22、22…に分割し、しかも共通電極用パターン53は分割されないようにしている。

【0034】このようにすることによって、特に積層型圧電素子である各圧電素子(駆動部圧電素子7)からの電極の取出しが簡単になり、しかも2列の圧電素子列の対向する端面電極を共通電極に接続することによって、駆動回路と接続するための個別電極の取出しが容易になり、さらに切断加工では分割されない共通電極用パターンを設けることによって、微細な機械的切断加工を施す以前に共通電極を確保できて、機械的切断加工によって形成された個々の圧電素子を後工程で破壊ないし損傷することもなく、工程の簡略化、歩留りの一層の向上を図れる。また、1枚の圧電素子プレートを用いて、これを2分割し、更に各列の圧電素子プレートを個々の圧電素子に分割する手法に比べて、切断工数も少なくなる。

【0035】このようにして、圧電素子プレート56、56等の切断加工(スリット加工)が終了した基板3上にフレーム部材5を接着剤6を用いて接着接合する。ここで、フレーム部材5接合後のフレーム部材5の上面と圧電素子列4、4の上面とは、精度良く同一平面となっている必要がある。これは、後述するようにこの部分に液室ユニット2の振動板12を接合するため、面精度が悪いと接着されない変形部(ダイアフラム部11)が発生するからである。

【0036】この場合、フレーム部材5の上面と圧電素子列4、4の各圧電素子7、8上面とを同一平面にするためには接着工程を工夫して接着時に面合わせをして硬化させることもできるが、両部品の寸法精度及び接着工法の困難性が大きくなる。そこで、圧電素子列4、4の高さよりも僅かに高いフレーム部材5を接着接合した後、表面の研削加工を行い、圧電素子列4、4の各圧電素子7、8上面が僅かに削れて同一平面になるまで研削を行うことによって、両部品の寸法精度及び接着工法の困難性を解消できる。

【0037】その後、基板3の個別電極22、22及び共通電極24にFPCケーブル33を熱と加圧で接合して、アクチュエータユニット1を完成する。なお、FPC

10

20

30

40

50

Cケーブル33は圧電素子列4、4の内の駆動部圧電素子7、7…を選択的に駆動できるパターンを有し、その接合部には予め半田メッキを施している。

【0038】一方、液室ユニット2の加工・組付け工程について説明すると、振動板12のフラットな面上に下側液室流路形成部材40を形成するための感光性樹脂である厚さ20～50μm程度のドライフィルムレジストを熱及び加圧によってラミネートし、流路パターンに応じたマスクを用いて紫外線露光をして、露光部分を硬化させる。そして、未露光部分を除去できる溶剤を用いて、未露光部分を除去して現像し、図2に示すように下側液室流路形成部材40の液室パターンを形成し、水洗い、乾燥の後、再度紫外線露光と熱によって本硬化する。

【0039】また、ノズルプレート16にも上側液室流路形成部材41を形成するための感光性樹脂である厚さ40～100μm程度のドライフィルムレジストを熱及び加圧によってラミネートし、流路パターンに応じたマスクを用いて紫外線露光をして、露光部分を硬化させ、未露光部分を現像して、上側液室流路形成部材41の液室パターン（前述したように流体抵抗部42がない。）を形成し、水洗い、乾燥の後、再度紫外線露光と熱によって本硬化する。

【0040】そして、このようにして振動板12とノズルプレート16に形成されたドライフィルムレジストからなる下側液室流路形成部材40と上側液室流路形成部材41の対応する面同士を接合する。この接合は位置合わせ治具を用いて行い、加圧及び前記本硬化のときより高い温度での加熱を行う。

【0041】上述のようにして完成したアクチュエータユニット1と液室ユニット2とを組み付ける。すなわち、先ず、前述したように切削加工で同一平面としたアクチュエータユニット1の圧電素子列4、4の各圧電素子7…、8…及びフレーム部材5の上面にスクリーン印刷機を用いてエポキシ系接着剤等の接着剤18を塗布し、位置合わせ可能な接合治具にアクチュエータユニット1を固定し、液室ユニット2の振動板12側（接合面）を下方にして、位置合わせしながら両ユニット1、2を接合して、インクジェットヘッドを得る。この場合、数Kg/cm<sup>2</sup>の加圧状態でエポキシ系接着剤が反応硬化する間放置する。なお、スクリーン印刷では余分な部分に接着剤18が塗布されないようにパターンマスクを用いることが好ましい。また、接着剤として、アクリル系の二液非混合タイプのもやシアノアクリレート系のものなどを用いて瞬間的に接合するようにしてもよい。最後に、基板3にインク供給孔3<sup>a</sup>にインク供給パイプ25を挿入して接着剤を塗布硬化して固定する。

【0042】次に、以上のように構成したインクジェットヘッドの作用について説明すると、記録信号に応じて選択的に圧電素子列4、4の駆動部圧電素子7、7…に

20～50Vの駆動パルス電圧を印加することによって、パルス電圧が印加された駆動部圧電素子7が変位して振動板12の対応するダイアフラム部11をノズル15方向に変形させ、加圧液室17の容積（体積）変化によって加圧液室17内のインクを加圧し、インクがノズルプレート16のノズル15から液滴となって噴射され、記録を行うことができる。

【0043】そして、インク滴の吐出に伴って加圧液室17内のインク圧力が低下し、このときのインク流れの慣性によって加圧液室17内には若干の負圧が発生する。この状態の下において、駆動部圧電素子7への電圧の印加をオフ状態にすることによって、振動板12のダイアフラム部11が元の位置に戻って加圧液室17が元の形状になるため、さらに負圧が発生する。

【0044】このとき、図示しないインクタンクに通じるインク供給パイプ25から入ったインクは、共通インク流路44を通して流体抵抗部42から加圧液室17内に充填される。そこで、ノズル15のインクメニスカス面の振動が減衰して安定した後、次のインク滴吐出のために駆動部圧電素子7にパルス電圧を印加する。

【0045】この場合、振動板12の変形部をダイアフラム部11とすることによって、駆動部圧電素子7で発生した変位を効率的に当該加圧液室17に伝搬させることができると共に、当該加圧液室17以外の部分への振動の伝搬が減少する。また、インク吐出時に、加圧液室17から共通インク流路44に通じる流路方向にインクの流れが発生するが、この流路をその断面積を他より小さく形成した流体抵抗部42としているので、加圧液室17から共通インク流路44への逆流が極めて少なくなり、インク滴吐出効率の低下が防止される。

【0046】そして、このインクジェットヘッドにおいては、圧電素子列4の各駆動部圧電素子7と液室ユニット2のダイアフラム部11とを接合すると共に、基板3上には駆動部圧電素子7、7間に固定部圧電素子8、8…を設けたバイピッチ構造として、この固定部圧電素子8と液室ユニット2の各加圧液室17、17間とを接合して、液室ユニット2を基板3に固定したので、隣接チャンネル間の機械的剛性が高くなって、一の駆動部圧電素子7を駆動したときの他の駆動部圧電素子7への振動の伝搬が抑制され、相互干渉が低減してインク吐出性能が安定する。

【0047】また、基板3上には圧電素子列4、4の外周にノズル配列方向と直交する方向に固定部35～37を有するフレーム部材5を設けて、このフレーム部材5と液室ユニット2とを接合しているので、単チャンネル駆動時に生じる隣接チャンネルへの振動伝搬がここでも抑制されるとともに、同時に複数チャンネルを駆動したときに液室ユニット2全体が持上がるようなこともなくなる。

【0048】さらに、駆動部圧電素子7として積層型圧

電素子を用いて、この積層型圧電素子の積層方向（d 3 3 方向）への変位によって加圧液室 1 7 を加圧するようにしているので、駆動部圧電素子 7 の駆動によって加圧液室 1 7 内の圧力上昇が瞬時に行われ、これにより、入力した駆動電圧波形に対応して時間遅れが生じることなく変位する。そして、d 3 3 方向の変位を利用しているので、駆動部圧電素子 7 の変位方向の厚みを薄くでき、機械的共振点も実用上の問題がないほどに高周波数帯（500 KHz 以上）となり、数  $\mu s$  の立ち上がり時間で駆動しても共振の影響が略なくなる。

【0049】さらにまた、図 3 に示すように液室ユニット 2 の共通インク流路 4 4 をフレーム部材 5 の上面に対応した位置になるように形成しているので、圧電素子 7 …、8 …に可及的に近い位置で液室ユニット 2 を固定することができ、これによって振動板 1 2 のダイアフラム部 1 1 の振動特性が安定する。この場合、液室ユニット 2 の共通インク流路 4 4 の半分以上の面積がフレーム部材 5 の上面に対応する位置関係とすることが上記の作用効果を得る上で好ましい。

【0050】そして、このインクジェットヘッドは加圧液室を用いる圧電アクチュエータ方式を採用していることで、アクチュエータである圧電素子がインク中に浸されないので接液性の問題がなく、圧電素子は自己発熱の問題がないので使用インクの制約もなく、更にインク液吐出に最適な圧電素子駆動波形を設定できることから微小滴（サテライト）が発生し難く、画像（印字）品質が高く、アクチュエータユニットと液室ユニットを別体で組み付けることから、ヘッドの歩留り、組立て品質が向上する。

【0051】ところで、上記実施例においては、前述したように基板 3 上に圧電素子プレート 5 6 を接合して所定のピッチでスリット加工を施して、複数の駆動部圧電素子 7 及び固定部圧電素子 8 を形成した後、基板 3 上にフレーム部材 5 を接合している。この場合、フレーム部材 5 と複数の駆動部圧電素子 7 及び固定部圧電素子 8 の上面の面合わせのための研削加工をおこなうときに、加工済みの複数の駆動部圧電素子 7 及び固定部圧電素子 8 が研削加工時の衝撃によって接合不良等を生じることがある。また、圧電素子プレート 5 6 と各電極用パターン 5 1、5 2 を切断加工するとき、小さなピッチで切断加工（スリット加工）するために電極用パターンの密着強度が加工時の剥離力に耐えられなくなって基板 3 から剥離することもある。

【0052】そこで、図 8 に示すように基板 3 上に圧電素子プレート 5 6（図 7 参照）を接着接合すると共に、フレーム部材 5 も接着接合した後、先ず、圧電素子プレート 5 6 とフレーム部材 5 の上面の研削加工を行って面高さを合わせ、次いで、ダイシングソー等によって圧電素子プレート 5 6 等とフレーム部材 5 とを一体的にスリット溝 6 0 を入れるように同時に切断加工するようにす

ることもできる。これによって、研削加工時や溝加工（切断加工）時の加工力による駆動部圧電素子 7 及び固定部圧電素子 8 の倒れを防止できると共に、フレーム部材 5 で基板 3 上の電極パターンを上から押えているために電極パターンの剥離も防止できる。

【0053】また、上記実施例では駆動部圧電素子 7 及び固定部圧電素子 8 の 1 層の厚みは前述したように 25 ～ 50  $\mu m$  にしているが、駆動部圧電素子 7 及び固定部圧電素子 8 及びフレーム部材 5 の面合せて切削加工時に、両部品の平面度精度、厚み精度等によっては駆動部圧電素子 7 及び固定部圧電素子 8 の最上層が全部削られて内部電極 2 7 が露出してしまうことが生じる。なお、ここで、特に問題となるのは駆動部圧電素子 7 であることは言うまでもない。

【0054】そこで、図 9 に示すように積層型圧電素子である駆動部圧電素子 7（圧電素子 8 も同様）の最外層の P Z T 2 6 a、2 6 b の厚さを他の層の P Z T 2 6 より厚く形成する。このようにすれば、駆動部圧電素子 7 及び固定部圧電素子 8 とフレーム部材 5 の面合せて切削加工時に、部品の平面精度が充分でない等の理由で最外層の P Z T 2 6 a、2 6 b の研削加工量が増えても内部電極 2 7 が露出することを防止できる。これらの最外層の P Z T 2 6 a、2 6 b は片側（外面）に内部電極 2 7 が設けられていないので、電圧印加時にも変位をしない不活性層であるので、厚みが変わっても特性に影響を与えない。

【0055】なお、活性層となる個々の P Z T 2 6 の厚さは印加電圧を可及的に低くするために薄くすることが要求されるために、P Z T 2 6 自体の厚さを厚くすることは適当でない。また、上下両側の最外層（最上面層及び最下面層）の P Z T 2 6 a、2 6 b の厚さを他の層の P Z T 2 6 より厚くすることで、圧電素子プレートの接合時に上下いずれを上面にすることもできて接合作業が容易になる。もっとも、上下両側の最外層の P Z T 2 6 a、2 6 b のいずれか一方のみを厚くしても切削加工時の内部電極の露出という問題は解決できる。

【0056】なお、本発明は、積層型圧電素子の積層方向の変位（電界方向と同方向の d 3 3 方向の変位）を用いるインクジェットヘッドに限らず、積層方向と直交する方向の変位（電界方向と直交する方向の d 3 1 方向の変位）を用いるインクジェットヘッドにも適用することができる。また、上記実施例では、ノズルの開口方向を圧電素子の変位方向と同軸上にしたサイドシュータ方式のインクジェットヘッドに適用した例で説明したが、ノズルの開口方向を圧電素子の変位方向と直交する方向にしたエッジシュータ方式のインクジェットヘッドにも適用することができる。さらに上記実施例では駆動部圧電素子と固定部圧電素子とを交互に配列したバイピッチ構造としたが、すべての圧電素子を駆動部とするノーマルピッチ構造にすることもできる。

10

20

30

40

50



## 【0057】

【発明の効果】以上説明したように、本発明に係るインクジェットヘッドの製造方法によれば、絶縁性基板上に個別電極用のスリット加工で形成される溝よりも深い共通溝を形成し、その後絶縁性基板上に電極用パターンを形成するので、スリット加工前に共通電極を確保することができ、工程の簡略化、歩留まりの向上を図れる。

【0058】本発明に係るインクジェットヘッドによれば、絶縁性基板上にスリット加工で分割された積層型圧電素子及び個別電極を有するとともに、スリット加工で形成された溝よりも深い共通溝を有しているので、スリット加工前に共通電極を確保したヘッドが得られる。

## 【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の一実施例を示すインクジェットヘッドの外観斜視図

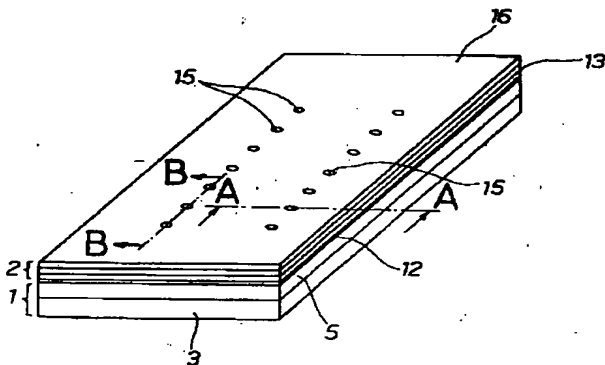
【図2】図1の分解斜視図

【図3】図1のA-A線に沿う断面図

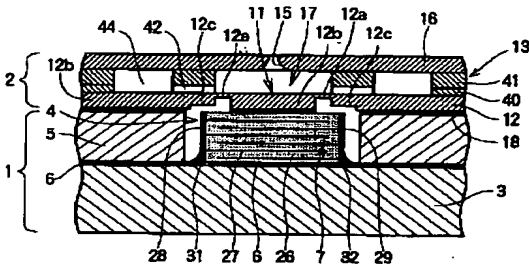
【図4】図1のB-B線に沿う断面図

【図5】アクチュエータユニットの加工及び組立て工程\*

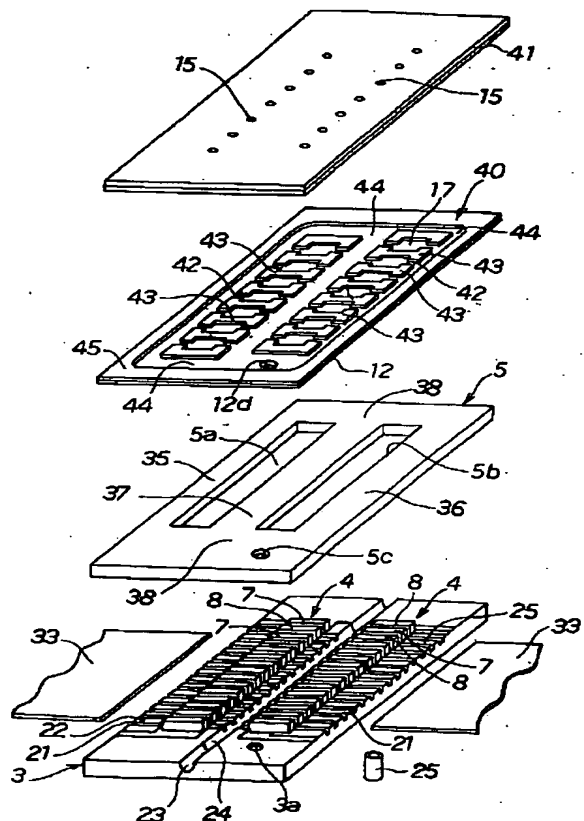
【図1】



【図3】



【図2】



\* の説明に供する基板の平面図

【図6】同じく斜視図

【図7】同工程の説明に供する基板に圧電素子プレートを接合した状態の斜視図

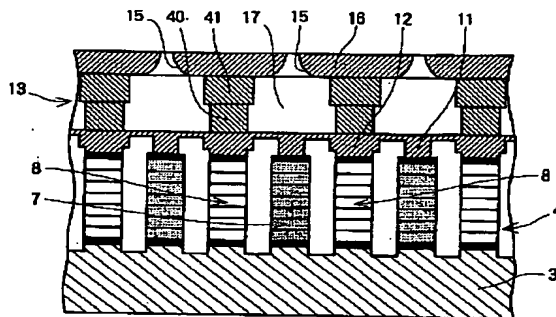
【図8】アクチュエータユニットの他の実施例の説明に供する斜視図

【図9】アクチュエータユニットの更に他の実施例の説明に供する模式的説明図

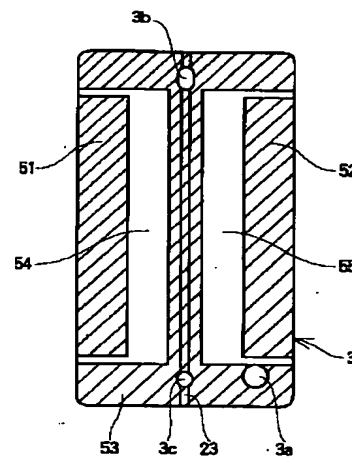
## 【符号の説明】

1…アクチュエータユニット、2…液室ユニット、3…基板、4…圧電素子列、5…フレーム部材、6…接着剤、7…駆動部圧電素子、8…固定部圧電素子、11…ダイヤフラム部（変位部）、12…振動板、13…液室流路形成部材、15…ノズル、16…ノズルプレート、17…加圧液室、21…スリット溝、22…個別電極、23…共通溝、24…共通電極、27…内部電極、28, 29…端面電極、51, 52…個別電極用パターン、53…共通電極用パターン、56…圧電素子プレート、57, 58…端面電極。

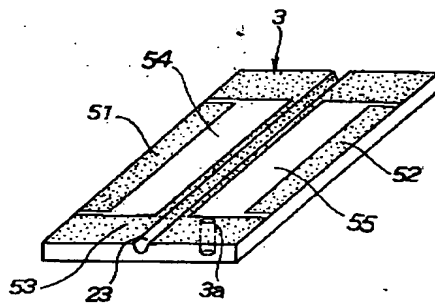
【図4】



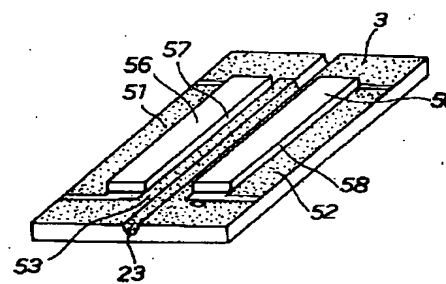
【図5】



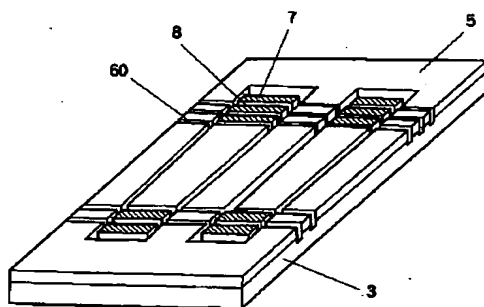
【図6】



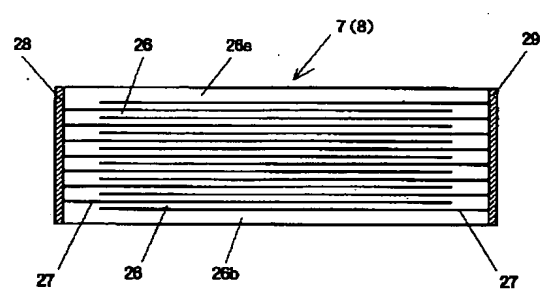
【図7】



【図8】



【図9】



フロントページの続き

(72)発明者 佐々木 勉  
東京都大田区中馬込1丁目3番6号 株式  
会社リコー内

(72)発明者 岩瀬 政之  
東京都大田区中馬込1丁目3番6号 株式  
会社リコー内

F ターム(参考) 2C057 AF93 AG12 AG44 AG47 AG92  
AG93 AP02 AP14 AP22 AP25  
AP54 AP55 AQ03 AQ06 AQ10